

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 708 311**

51 Int. Cl.:

B32B 27/12 (2006.01)
B32B 7/04 (2006.01)
A41D 31/00 (2006.01)
A62B 17/00 (2006.01)
D06M 11/74 (2006.01)
C08K 3/04 (2006.01)
B32B 27/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.10.2008** **E 13180248 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.10.2018** **EP 2664456**

54 Título: **Materiales térmicamente protectores**

30 Prioridad:

24.10.2007 US 923111

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

09.04.2019

73 Titular/es:

W.L. GORE & ASSOCIATES, INC. (50.0%)
555 Paper Mill Road, P.O. Box 9206
Newark DE 19714, US y
W. L. GORE & ASSOCIATES GMBH (50.0%)

72 Inventor/es:

PANSE, DATTATREYA y
MEINDL, KLAUS

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 708 311 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Materiales térmicamente protectores.

Antecedentes de la invención

5 Los bomberos, trabajadores industriales, agentes de aplicación de la ley y similares necesitan prendas de vestir que los protejan de una variedad de amenazas. Dichos trabajadores necesitan protección contra condiciones climáticas extremas, líquidos peligrosos, calor y llamas. En particular, la protección contra las llamas requiere materiales que se autoextingan y que eviten la quemadura provocada por la transferencia de calor a través de una prenda de vestir. Además, la ropa con protección contra líquidos y llamas debe tener un nivel de transpirabilidad suficiente para reducir la carga de tensión térmica para extender su capacidad de llevar a cabo la función o de evitar ser víctima del calor.

10 Se han desarrollado una variedad de materiales protectores contra las llamas, los cuales son de una naturaleza autoextinguible. Los más notables son las meta-aramidas, modacrílicas, polibenzimidazol (PBI), polibenzoxazol (PBO), para-aramidas, poliimidazo piridinileno dihidroxi fenileno (PIPD), melamina, poliéster resistente a las llamas (FR, por sus siglas en inglés), rayón FR y algodón FR, por nombrar algunos. Sin embargo, con el fin de proveer un aislamiento adecuado (para reducir la quemadura provocada por la transferencia de calor), se añaden capas aislantes más comúnmente térmicamente estables. Por ejemplo, en la extinción de un incendio estructural, la ropa protectora comprende, normalmente, un revestimiento térmicamente estable y autoextinguible, una barrera de humedad (para proveer protección contra líquidos) y un forro térmico (para proveer aislamiento contra el calor y las llamas). El aislamiento que protege a los usuarios de temperaturas extremas mediante el aumento de grosor es conocido. Sin embargo, el aislamiento aumentado logrado con un grosor aumentado tiende a afectar, de manera adversa, la carga de tensión térmica del usuario bajo un alto ritmo de trabajo o entornos de calor alto.

Compendio

La invención se refiere a un material térmicamente protector y a un método según las reivindicaciones anexas.

25 La actual solicitud describe una mezcla de resina de polímero-grafito expandible que comprende 2% en peso a 30% en peso de un grafito expandible y 30% en peso a 98% en peso de una resina de polímero con un módulo entre 10^3 y 10^6 de dinas/cm² a 200°C y Tangente Delta de entre 0,1 y 10 a 200°C, en donde la mezcla de resina de polímero-grafito expandible tiene un aumento de volumen mínimo de al menos 200% después de la exposición a 300°C durante 90 segundos.

30 Asimismo, se describen métodos para aumentar el rendimiento de la protección térmica (TPP, por sus siglas en inglés) de telas y laminados mientras se mantiene, de forma opcional, la comodidad, flexibilidad y propiedades de protección contra líquidos. En particular, una realización descrita en la presente memoria tiene una ventaja particular cuando se dispone entre una llama y una barrera a prueba de líquidos.

35 Se provee un método para aumentar el rendimiento de la protección térmica (TPP) de una tela térmicamente estable resistente a las llamas en al menos 2 cal/cm² que comprende las etapas de proveer una tela térmicamente estable resistente a las llamas y formar un aislamiento activo en la tela térmicamente estable resistente a las llamas, mediante la aplicación de una mezcla de resina de polímero-grafito expandible a una superficie de la tela térmicamente estable resistente a las llamas en una cantidad de menos de alrededor de 140 gmc, para formar un material térmicamente protector, en donde la mezcla de resina de polímero-grafito expandible se aplica en un patrón discontinuo a la tela térmicamente estable resistente a las llamas.

40 Descripción de los dibujos

La Figura 1 es una ilustración esquemática de una vista en sección transversal de una realización descrita en la presente memoria.

La Figura 2 es una ilustración esquemática de una vista en sección transversal de otra realización descrita en la presente memoria.

45 La Figura 3 es una ilustración esquemática de una realización descrita en la presente memoria.

La Figura 4 es una ilustración esquemática de una vista en sección transversal de otra realización descrita en la presente memoria.

La Figura 5 es una ilustración esquemática de una vista en sección transversal de otra realización descrita en la presente memoria.

50 La Figura 6 es una ilustración esquemática de una vista en sección transversal de otra realización descrita en la presente memoria.

La Figura 7 es una ilustración esquemática de una vista en sección transversal de otra realización descrita en la presente memoria.

La Figura 8 es una ilustración esquemática de una vista en sección transversal de otra realización descrita en la presente memoria.

- 5 La Figura 9a es una ilustración esquemática de una resina de polímero-grafito expandible aplicado como puntos discretos.

La Figura 9b es una ilustración esquemática de una realización de un patrón aplicado en una rejilla.

La Figura 10 es una ilustración esquemática de un conjunto.

Descripción detallada de la invención

- 10 El Rendimiento de la Protección Térmica (TPP) se refiere al tiempo para registrar la quemadura de segundo grado, y materiales que tienen valores TPP más altos se consideran para ofrecer una mejor protección contra quemaduras. En una realización, se describe un método para mejorar el rendimiento de la protección térmica (TPP) de una tela térmicamente estable y, por consiguiente, formar un material térmicamente protector. En otra realización, se describe una mezcla de resina de polímero-grafito expandible que mejora las propiedades protectoras contra el calor y/o llamas de sustratos sobre los cuales se dispone. En un método, un material térmicamente protector se forma mediante la provisión de una tela térmicamente estable resistente a las llamas y la formación de un aislamiento activo de un lado de esta. Con referencia a la Figura 1, se ilustra una realización a modo de ejemplo de un material térmicamente protector (1) que comprende una tela térmicamente estable (10) compuesta de tela resistente a las llamas y un aislamiento activo (20) compuesto de una mezcla de resina de polímero-grafito expandible que se aplica a un lado de la tela térmicamente estable de manera discontinua en la forma de puntos discretos. En una realización, un material térmicamente protector (1) que comprende una tela térmicamente estable resistente a las llamas (10) y un aislamiento activo (20) formado allí tiene un TPP de al menos 2 cal/cm^2 mayor que el TPP de la tela térmicamente estable resistente a las llamas (10) sin un aislamiento activo, cuando se prueba según el método descrito en la presente memoria. En el método de ensayo descrito en la presente memoria, los materiales se orientan en la caja de prueba de modo que el aislamiento activo se posiciona enfrente del lado de la tela térmicamente estable (10) que está más cerca de la fuente de calor. Una capa adicional de material (12) como, por ejemplo, una película transpirable impermeable como, por ejemplo, un poliuretano transpirable puede además proveerse al material en el lado adyacente al aislamiento activo, de modo que el aislamiento activo se encuentra entre la capa adicional y la capa de tela térmicamente estable.

- 30 En otra realización, se provee un método para aumentar el TPP de un sustrato térmicamente estable como, por ejemplo, una tela térmicamente estable, que comprende proveer un aislamiento activo mediante la aplicación de hasta alrededor de 140 gmc de mezcla de resina de polímero-grafito expandible al sustrato térmicamente estable, y aumentar el TPP en al menos alrededor de $0,5 \text{ cal/cm}^2$ por aproximadamente 35 gmc de mezcla de resina de polímero-grafito expandible aplicada a la tela térmicamente estable. Preferiblemente, el TPP aumenta en al menos alrededor de $1,0 \text{ cal/cm}^2$ por aproximadamente 35 gmc de mezcla aplicada al sustrato, hasta alrededor de 140 gmc de mezcla dispuesta en el sustrato. En algunas realizaciones descritas en la presente memoria, un material térmicamente protector puede formarse por medio del cual el TPP de una tela aumenta en al menos 1 cal/cm^2 , o al menos 2 cal/cm^2 , o al menos 3 cal/cm^2 , o al menos 4 cal/cm^2 , o al menos 5 cal/cm^2 , o más mediante la provisión de un aislamiento activo cuando se compara con el mismo material al cual el aislamiento activo no se ha provisto. De manera ventajosa, el TPP de telas térmicamente estables y compuestos de tela térmicamente estables aumenta por los métodos descritos en la presente memoria sin aumentar, de forma significativa, el peso, el aislamiento a temperatura ambiente, o reducir la transpirabilidad. En algunas realizaciones, la mezcla de resina de polímero-grafito expandible se aplica a la tela térmicamente estable en alrededor de menos de alrededor de 100 gmc, o menos de alrededor de 75 gmc, o menos de alrededor de 50 gmc, o menos de alrededor de 25 gmc.

- 45 En una realización alterna que no cae bajo el alcance de las reivindicaciones, con referencia a la Figura 2, se provee un método para aumentar el TPP de una tela térmicamente estable (10) resistente a las llamas (20'), que comprende formar un aislamiento activo (20') mediante la aplicación de un recubrimiento continuo de una mezcla de resina de polímero-grafito expandible a una superficie de una tela térmicamente estable (10) que comprende una tela resistente a las llamas. Donde la mezcla de resina de polímero-grafito expandible se aplica de forma continua, puede preferirse que la resina de polímero sea transpirable donde, por ejemplo, se desea la comodidad del usuario.

- 55 Se provee otro método para aumentar el TPP de un laminado resistente a las llamas en al menos 3 cal/cm^2 . A modo de ejemplo, con referencia a las Figuras 3 y 5, un laminado resistente a las llamas de una tela térmicamente estable (10) que comprende una tela resistente a las llamas y una barrera de convección (30') se provee con un aislamiento activo (20) entre la tela térmicamente estable (10) y la barrera de convección (30') y, por consiguiente, se forma un laminado térmicamente protector. La barrera de convección (30) comprende al menos una capa de barrera (30 en la Figura 5) y, de forma opcional, múltiples capas de barra (33, 33') pueden usarse para formar la barrera de convección (30' en la Figura 3). La barrera de convección (30') puede además comprender una capa adicional como,

por ejemplo, una capa de polímero monolítico (35) que puede mejorar propiedades deseadas de la barrera de convección. En un método, el aislamiento activo (20) se forma mediante la aplicación de una mezcla de resina de polímero-grafito expandible a una superficie de la barrera de convección (30 o 30') o, en una realización alterna, el aislamiento activo (20) se provee a una superficie de la tela térmicamente estable (10), con anterioridad a la laminación. En una etapa del método adicional, según se ilustra en las Figuras 3 y 5, la tela térmicamente estable (10) y la barrera de convección (30) se unen por el aislamiento activo (20) y unen las dos capas juntas. Mediante la provisión de un aislamiento activo (20) entre la tela térmicamente estable (10) y la barrera de convección (30), se forma un laminado térmicamente protector que tiene un aumento del TPP de al menos de 3 cal/cm² en comparación con un laminado sustancialmente de la misma construcción sin un aislamiento activo. En una realización opcional adicional, según se ejemplifica en las Figuras 4 y 5, un soporte de tela (50) puede aplicarse al laminado por sujeciones como, por ejemplo, puntos adhesivos (40).

En una realización alterna según se representa por una vista esquema de la sección transversal del material ilustrada en la Figura 8, un método comprende proveer una tela térmicamente estable (10), unir una barrera de convección (30) a un lado por uniones adhesivas (40) y aplicar un aislamiento activo (20) a la barrera de convección (30) en un lado opuesto a la tela térmicamente estable. De manera opcional, una tela de soporte (50) puede unirse a la barrera de convección (30) con el aislamiento activo entre ellas; o la tela de soporte (50) puede unirse a la barrera de convección (30) por el aislamiento activo (20). El TPP del laminado que comprende el aislamiento activo es mayor que el TPP de un laminado de sustancialmente los mismos materiales sin el aislamiento activo.

En una realización adicional según se ejemplifica por la representación en sección transversal de un material térmico protector ilustrado en las Figuras 6 y 7, se provee un método para mejorar el rendimiento térmico de un laminado que comprende proveer un laminado resistente a las llamas que comprende una tela térmicamente estable (10) y una barrera de convección (30); y formar un compuesto de aislamiento activo-barrera de convección (60 o 70). En una realización, un método para formar el compuesto de aislamiento activo-barrera de convección (60 o 70) comprende aplicar un aislamiento activo (20 o 21) que comprende una mezcla de resina de polímero-grafito expandible a una primera barrera de convección (30), y unir una segunda barrera de convección (30') mediante la unión de esta a la primera barrera de convección, por ejemplo, mediante la unión con el aislamiento activo. En la presente construcción, de manera ventajosa, un TPP más alto se logra mediante la formación de un compuesto de aislamiento activo-barrera de convección, mientras se mantienen valores CLO bajos para el material de aislamiento térmico bajo según se muestra en la Tabla 1. De manera opcional, una capa adicional como, por ejemplo, una tela de soporte (50) puede proveerse para propiedades como, por ejemplo, resistencia a la abrasión o rendimiento térmico mejorado. Por ejemplo, en algunas realizaciones, un soporte de tela térmicamente estable puede añadirse. Ejemplos de soportes de tela térmicamente estable apropiados incluyen aramidas, algodones FR, PBI, PBO, rayón FR, mezclas modacrílicas, poliaminas, carbono, fibra de vidrio, PAN, PTFE y mezclas y combinaciones de ellos. La tela térmicamente estable (10) y la tela de soporte (50) pueden unirse al compuesto de aislamiento activo-barrera de convección (60 o 70) por, por ejemplo, la fijación adhesiva (40).

En algunas realizaciones que no caen bajo el alcance de las reivindicaciones según se ilustra en las Figuras 2 y 7, el aislamiento activo que comprende una mezcla de resina de polímero-grafito expandible puede aplicarse como una capa continua y, por consiguiente, cubrir sustancialmente 100% de la superficie a la cual se aplica. Sin embargo, según se representa, por ejemplo, en las Figuras 3 y 4 donde la transpirabilidad mejorada se desea, el aislamiento activo (20) puede aplicarse de forma discontinua en donde menos del 100% de la cobertura de superficie se logra. Donde el aislamiento activo que comprende la mezcla de resina de polímero-grafito expandible se aplica de forma discontinua, la mezcla puede aplicarse para lograr una cobertura de superficie de menos del 50%, o menos del 40% o menos del 35% o menos del 30%. En algunas realizaciones, el material de aislamiento activo puede aplicarse como puntos discretos que tienen un espaciado de alrededor de 2.000 μm o más, o un espaciado de alrededor de 2.000 μm a alrededor de 5.000 μm o un espaciado de alrededor de 2.000 μm a alrededor de 10.000 μm. La Figura 9 muestra dos patrones discontinuos que son apropiados para la presente invención, puntos de aislamiento activo (90) (Figura 9a) y un patrón de rejilla de aislamiento activo (91) (Figura 9b) aplicados a, por ejemplo, una tela (10), cada uno con menos de 50% de cobertura de superficie. El término puntos pretende incluir cualquier forma discreta o forma en la cual la mezcla puede depositarse como, por ejemplo, círculos, óvalos, diamantes, elipses, rectángulos y similares. El aislamiento activo se forma mediante la aplicación de la mezcla de resina de polímero-grafito expandible en una manera que provee una unión durable de la mezcla a cualquiera de la tela exterior, la barrera de convección o ambas. La técnica de aplicación se selecciona de modo que las partículas de grafito expandible se disponen sustancialmente en un lado de la tela térmicamente estable y no se dispersan de manera uniforme a lo largo de la sección en transversal de la tela térmicamente estable.

En una realización, el aislamiento activo que comprende la mezcla de resina de polímero-grafito expandible forma una estructura expandida que permanece unida a un sustrato después de la expansión. El aislamiento activo preferiblemente tiene un aumento de grosor de al menos 200%, o de al menos 250% después de 90 segundos de exposición al calor en un horno de convección calentado hasta 300°C, e integridad estructural en el estado posterior a la expansión. Por integridad estructural se entiende que el aislamiento activo, después de la expansión, permanece sustancialmente unido al sustrato sin desintegrar y/o descascarar sustancialmente el sustrato después de flexionar o doblar el sustrato. Preferiblemente, el aislamiento activo, después de la expansión, mantiene la

integridad y soporta la compresión sin desintegrar o descascarar sustancialmente el sustrato, cuando se ensaya para el grosor según el ensayo de cambio de grosor descrito en la presente memoria.

En algunas realizaciones, una tela térmicamente estable además comprende un aislamiento activo que comprende la mezcla de resina de polímero-grafito expandible que se expande hasta un aumento de grosor de al menos 5
alrededor de 150 μm , o un aumento de al menos alrededor de 500 μm , o un aumento de al menos alrededor de 750 μm , o un aumento de al menos alrededor de 1.000 μm , o un aumento de al menos alrededor de 1.500 μm , después de 90 segundos de exposición al calor en un horno de convección calentado hasta alrededor de 300°C.

Las partículas o escamas de grafito expandible apropiadas para su uso en la mezcla de resina de polímero-grafito expandible tienen una expansión de al menos 2.000 μm , o más preferiblemente una expansión de al menos 3.000
10 μm cuando se calientan hasta 340°C, ensayados según el Ensayo de Expansión descrito en la presente memoria. Las partículas de grafito preferidas tendrán un tamaño de malla promedio, según los tamaños de malla estándares de los Estados Unidos, de entre 25 y 230, lo cual corresponde aproximadamente a aberturas de tamiz de 0,699 mm y 0,066 mm, respectivamente. Más preferiblemente, las partículas de grafito tendrán un tamaño de malla promedio de entre 50 y 150, lo cual corresponde aproximadamente a aberturas de tamiz de 0,297 mm y 0,104 mm,
15 respectivamente.

En algunas realizaciones, las resinas de polímero para su uso en la mezcla de resina de polímero-grafito expandible se seleccionan, las cuales tienen una temperatura de fusión o ablandamiento de menos de 340°C. Las resinas de polímero que tienen suficiente aptitud a la fluencia o deformación para permitir que el grafito expandible se expanda sustancialmente tras la exposición al calor a o por debajo de 340°C son particularmente útiles en algunas
20 realizaciones. Las resinas de polímero que tienen una viscosidad extensional suficientemente baja para permitir la expansión del grafito expandible y suficientemente alta para mantener la integridad estructural de la estructura expandida también son útiles en algunas realizaciones. La resina de polímero puede seleccionarse, la cual tiene un módulo de almacenamiento entre alrededor de 10^3 y alrededor de 10^8 dinas/cm² y tangente delta entre alrededor de 0,1 y alrededor de 10 a 200°C para formar tela y compuestos de tela que tengan propiedades deseadas. Las resinas
25 de polímero pueden seleccionarse, las cuales tienen un módulo de almacenamiento de menos de alrededor de 10^8 dinas/cm² a 200°C o menos que alrededor de 10^4 dinas/cm² a 200°C. Las resinas de polímero apropiadas para su uso en algunas realizaciones incluyen algunos polímeros elastoméricos. Otras resinas de polímero apropiadas para su uso en algunas realizaciones son reticulables, incluido el poliuretano reticulable como, por ejemplo, Mor-melt R7001E (de Rohm & Haas). En otras realizaciones, las resinas de polímero apropiadas incluyen algunos polímeros termoplásticos que tienen una temperatura de fusión de entre alrededor de 50°C y alrededor de 250°C como, por
30 ejemplo, Desmomelt VP KA 8702 (de Bayer Material Science). Además, las resinas de polímero apropiadas para su uso en realizaciones descritas en la presente memoria comprenden polímeros que incluyen, pero sin limitación a ello, poliésteres, poliuretanos termoplásticos y poliuretanos reticulables, y combinaciones de ellos. Otras resinas de polímero que pueden ser apropiadas para su uso en ciertas realizaciones comprenden uno o más polímeros seleccionados de poliéster, poliamida, acrílico, polímero vinílico, poliolefina. Otras resinas de polímero que pueden ser apropiadas en ciertas aplicaciones comprenden silicona o epoxi.
35

En algunas realizaciones, la mezcla de resina de polímero-grafito expandible, después de la expansión, forma múltiples zarcillos que comprenden grafito expandido. El área de superficie total de la mezcla de resina de polímero-grafito expandible aumenta, de manera significativa, cuando se compara con la misma mezcla antes de la expansión. En una realización, el aumento de área de superficie de la mezcla es al menos diez veces mayor que el área de superficie de la mezcla antes de la expansión. En otra realización, el aumento de área de superficie es al menos veinte veces el área de superficie de la mezcla antes de la expansión. Además, los zarcillos formados después de la expansión de la mezcla pueden extenderse hacia afuera desde el núcleo de la mezcla expandida. En una realización donde la mezcla de resina de polímero-grafito expandible se dispone en un sustrato en una forma discontinua, los zarcillos se extienden hasta llenar al menos parcialmente las áreas abiertas entre los dominios discontinuos. En una realización adicional, los zarcillos se alargarán y tendrán una relación de aspecto longitud-ancho de al menos 5 a 1.
40
45

Se provee un método para realizar un material de aislamiento activo que comprenda una mezcla de resina de polímero-grafito expandible que comprende proveer una resina de polímero con capacidad de fluencia o deformación a una temperatura por debajo de la temperatura de inicio de expansión del grafito expandible, y mezclar el grafito expandible en la resina de polímero con capacidad de fluencia para formar la mezcla. En otros métodos, el grafito expandible puede añadirse a un monómero o prepolímero para su uso como la resina de polímero, con anterioridad a la polimerización. En otra realización, un método comprende disolver una resina de polímero y mezclar un grafito expandible con el polímero, y secar la mezcla. Entre alrededor de 1% en peso y alrededor de 50%
50 en peso del grafito expandible según el peso de mezcla total puede añadirse a la resina de polímero. En otras realizaciones, entre alrededor de 1% en peso y alrededor de 30% en peso de grafito expandible, o menos de alrededor de 30% en peso, o menos de alrededor de 20% en peso, o menos de alrededor de 10% en peso, o menos de alrededor de 5% en peso de grafito expandible, según el peso de mezcla total, se añade a la resina de polímero. En algunas realizaciones, se desea que las partículas de grafito expandible se contengan sustancialmente dentro y/o se encapsulen por la resina de polímero en la mezcla de resina de polímero-grafito expandible. Otros aditivos como,
55
60

por ejemplo, pigmentos, rellenos, antimicrobianos, ayudas de procesamiento y estabilizadores pueden también añadirse a la mezcla. En un método, el aislamiento activo resultante que comprende una mezcla de resina de polímero-grafito expandible puede aplicarse, primero, por el calentamiento de la mezcla hasta una temperatura por debajo de la temperatura de iniciación de expansión del grafito para suavizar la mezcla.

- 5 Las telas térmicamente estables apropiadas para su uso en la presente invención pueden ser una tela tejida, de punto, o no tejida que comprende telas resistentes a las llamas. Las telas térmicamente estables que comprenden telas resistentes a las llamas pueden comprender meta-aramida, para-aramida o mezclas de ellas. Las telas térmicamente estables pueden además comprender PBI, PBO, modacrílica, algodón FR, rayón FR y mezclas de ellos.
- 10 Una barrera de convección puede evitar o reducir la transferencia de calor de convección a las capas detrás de esta cuando se expone a una fuente de calor de convección. Las barreras de convección para su uso en realizaciones descritas en la presente memoria tienen una permeabilidad de aire máxima de menos de alrededor de 10 Frazier después de la exposición térmica. Más preferiblemente, una barrera de convección tiene una permeabilidad de aire después de la exposición térmica de menos de 5 Frazier. Los materiales térmicamente estables apropiados para su uso en la barrera de convección comprenden materiales como, por ejemplo, una película estable al calor e incluyen materiales como, por ejemplo, poliimida, silicona y politetrafluoroetileno (PTFE), por ejemplo, PTFE denso o PTFE expandido (ePTFE). La barrera de convección puede comprender una sola capa o múltiples capas. En las Figuras 6 y 7, la barrera de convección comprende múltiples capas poliméricas (30 y 30'). En la realización de la Figura 6, la barrera de convección (30) puede constar de dos películas térmicamente estables (30 y 30') que tienen material de aislamiento activo (20) dispuesto entre ellas. En una realización, el material de aislamiento activo se aplica para unir múltiples capas de la barrera de convección.

Los materiales y laminados térmicamente protectores pueden realizarse según los métodos descritos en la presente memoria con una MVTR mayor que alrededor de 1.000 g/m²/día, mayor que alrededor de 2.000 g/m²/día, mayor que alrededor de 3.000 g/m²/día, mayor que alrededor de 5.000 g/m²/día, mayor que alrededor de 7.000 g/m²/día, mayor que alrededor de 9.000 g/m²/día, mayor que alrededor de 10.000 g/m²/día, o más alta, mientras se logra un aumento TPP de más de 1 cal/cm², o mayor que 2 cal/cm², o mayor que 3 cal/cm², o mayor que 4 cal/cm², o mayor que 5 cal/cm², o mayor que 6 cal/cm², o más alto, cuando se ensaya según los métodos descritos en la presente memoria y en comparación con materiales construidos con sustancialmente los mismos materiales sin aislamiento activo, o sin aislamiento activo entre la tela exterior y la barrera de convección.

Los materiales térmicamente protectores realizados según los métodos descritos en la presente memoria preferiblemente tienen baja resistencia térmica, por ejemplo, para mejorar la comodidad del usuario mientras funciona en entornos de calor alto. Cuando se incorporan en prendas de vestir, los materiales que tienen baja resistencia térmica reducen la carga térmica del usuario. La baja resistencia térmica puede representarse por el valor CLO según su medición por el método de ensayo descrito en la presente memoria. Los valores CLO altos indican alta resistencia térmica. Los materiales térmicamente protectores realizados según los métodos descritos en la presente memoria pueden tener un CLO de menos de alrededor de 0,45, o de menos de alrededor de 0,40, o de menos de alrededor de 0,30, o de menos de alrededor de 0,20, o de menos de alrededor de 0,15, o de menos de alrededor de 0,14, o de menos de alrededor de 0,13, o de menos de alrededor de 0,12, mientras se logra un aumento de TPP de más de o igual a alrededor de 1 cal/cm², o mayor que o igual a alrededor de 2 cal/cm², o mayor que o igual a alrededor de 3 cal/cm², o mayor que o igual a alrededor de 4 cal/cm², o mayor que o igual a alrededor de 5 cal/cm² o mayor que o igual a alrededor de 6 cal/cm² en comparación con materiales construidos sustancialmente de la misma manera sin aislamiento activo, cuando se llevan a cabo y ensayan según los métodos descritos en la presente memoria.

La tela y compuestos de tela térmicamente protectora realizados según los métodos pueden ser útiles en prendas de vestir, tiendas de campaña, botas, guantes y otras aplicaciones en las cuales el rendimiento de la protección térmica se desea. También puede descubrirse que los materiales térmicamente protectores descritos en la presente memoria son apropiados para la protección de objetos o dispositivos frente al calor.

Métodos de ensayo

Tasa de Transmisión de Vapor de Humedad (MVTR)

50 Una descripción del ensayo empleado para medir la tasa de transmisión de vapor de humedad (MVTR, por sus siglas en inglés) se provee más abajo. Se ha descubierto que el procedimiento es apropiado para ensayar películas, coberturas y productos recubiertos.

En el procedimiento, aproximadamente 70 ml de una solución que consiste en 35 partes en peso de acetato de potasio y 15 partes en peso de agua destilada se ha colocado en una taza de polipropileno de 133 ml, que tiene un diámetro interno de 6,5 cm en su boca. Una membrana de politetrafluoroetileno (PTFE) expandido que tiene una MVTR mínima de aproximadamente 85.000 g/m²/24 hrs. según el ensayo por el método descrito en la Patente de

Estados Unidos 4,862,730 (a favor de Crosby), se ha termosellado al labio de la taza para crear una barrera tensa, a prueba de escapes, microporosa que contiene la solución.

5 Una membrana de PTFE expandido similar se ha montado a la superficie de un baño de agua. El conjunto de baño de agua se ha controlado a 23°C más 0,2°C, mediante la utilización de una sala con temperatura controlada y un baño de agua de circulación.

10 Se ha permitido que la muestra que se ensayará se condicione a una temperatura de 23°C y a una humedad relativa de 50% antes de llevar a cabo el procedimiento de ensayo. Las muestras se han colocado de modo que la membrana polimérica microporosa estaba en contacto con la membrana de politetrafluoroetileno expandido montada a la superficie del baño de agua y que se ha permitido que se equilibre durante al menos 15 minutos antes de la introducción del conjunto de taza.

El conjunto de taza se ha pesado a 1/1.000 g más cercano y se ha colocado en una manera invertida en el centro de la muestra de ensayo.

15 El transporte de agua se ha provisto por la fuerza de conducción entre el agua en el baño de agua y la solución salina saturada que provee flujo de agua por difusión en dicha dirección. La muestra se ha ensayado durante 15 minutos y el conjunto de taza se ha entonces retirado, pesando nuevamente dentro de 1/1.000 g.

La MVTR de la muestra se ha calculado a partir de la ganancia de peso del conjunto de taza y se ha expresado en gramos de agua por metro cuadrado de área de superficie de muestra por 24 horas.

Peso

Las mediciones de peso en materiales se han llevado a cabo según se especifica en ASTM D751, sección 10.

20 Frazier / Barrera de convección térmicamente estable

25 Con el fin de determinar la estabilidad térmica de una barrera de convección, una muestra de material cuadrada de 381 mm (15 pulgadas) se ha sujetado con abrazadera en una estructura de metal y luego se ha suspendido en un horno con aire forzado de circulación a 260°C (500°F). Luego de una exposición de 5 minutos, el espécimen se ha retirado del horno. Después de permitir que el espécimen se enfríe, la permeabilidad de aire del espécimen se ha ensayado según los métodos de ensayo titulados ASTM D 737-75. "Standard Test Method for AIR PERMEABILITY OF TEXTILE FABRICS". Los especímenes con menos de 5 Frazier se han considerado como una barrera de convección térmicamente estable.

Ensayo de llama vertical

30 Las muestras de material de tela se han ensayado según el estándar de ensayo ASTM D6413. Las muestras se han expuesto a una llama durante 12 segundos. El tiempo después de la llama se ha promediado para 3 muestras. Las telas con tiempo posterior a la llama de más de 2 segundos se han considerado inflamables; las telas con un tiempo posterior a la llama de menos de o igual a alrededor de 2 segundos se han considerado resistentes a las llamas.

Ensayo de Fusión y Estabilidad Térmica

35 El presente ensayo se ha usado para determinar la estabilidad térmica de materiales de tela. El ensayo se basa en el ensayo de estabilidad térmica según se describe en la sección 8.3 de NFPA 1975, Edición 2004. El horno de ensayo ha sido un horno con circulación de aire caliente según se especifica en ISO 17493. El ensayo se ha llevado a cabo según ASTM D 751, *Standard Test Methods for Coated Fabrics*, mediante el uso de *Procedures for Blocking Resistance at Elevated Temperatures* (Secciones 89 a 93), con las siguientes modificaciones:

- 40 ◦ Placas de vidrio de borosilicato que miden 100 mm x 100 mm x 3 mm (4 pulg. x 4 pulg. x 1/8 pulg.) se han usado.
- Una temperatura de ensayo de 265°C, +3/-0°C (510°F, +5/-0°F) se ha usado.
- Se ha permitido que los especímenes se enfríen un mínimo de 1 hora después de retirar las placas de vidrio del horno.

45 Cualquier lado de muestra que se pega a la placa de vidrio, que se pega a sí misma cuando se despliega o que muestra pruebas de fusión o goteo se ha considerado fundible. Cualquier lado de muestra que no produce pruebas de lado fundible se ha considerado térmicamente estable.

Ensayo de Expansión

TMA (análisis termomecánico) se ha usado para medir la expansión de partículas de grafito expandible. La expansión se ha ensayado con TA Instruments, instrumento TMA 2940. Un recipiente TGA cerámico (alúmina), que

5 mide aproximadamente 8 mm de diámetro y 12 mm de alto se ha usado para sostener la muestra. Mediante el uso de la sonda de macroexpansión, con un diámetro de aproximadamente 6 mm, la parte inferior del recipiente se ha establecido en cero. Luego, las escamas de grafito expandible de alrededor de 0,1-0,3 mm de profundidad, según la medición por la sonda TMA, se han colocado en el recipiente. La caldera se ha cerrado y la altura inicial de la muestra se ha medido. La caldera se ha calentado de alrededor de 25°C a 600°C a una tasa de incremento de 10°C/min. El desplazamiento de la sonda TMA se ha marcado contra temperatura; el desplazamiento se ha usado como una medida de expansión.

Ensayo de Cambio de Grosor

10 El presente método de ensayo se ha usado para ensayar el cambio de grosor de la mezcla de resina de polímero-grafito expandible por sí misma así como cuando se ha aplicado a un sustrato térmicamente estable. Para ensayar el cambio de grosor en la mezcla solamente, la mezcla se ha fundido en un molde PTFE para obtener comprimidos de aproximadamente ½" de diámetro y 1/8" de grosor y se ha retirado del molde después de que la mezcla se haya curado sustancialmente. Las muestras se han ensayado para el grosor inicial según ASTM D751, sección 9 con la excepción de que la el diámetro de pie de máquina de coser ha sido de 1". El instrumento se ha ajustado para aplicar una fuerza de presión de aproximadamente 3,4 psi al espécimen. Un horno tipo convección se ha establecido a 300°C y después de que la temperatura haya alcanzado el estado constante, la muestra se ha introducido en el horno y se ha expuesto a 300°C durante 90 segundos. Después de 90 segundos, la muestra se ha retirado del horno, se ha mantenido en orientación vertical para observar cualquier descascaramiento de recubrimiento y luego se ha permitido que se enfríe durante 5 minutos. La muestra se ha vuelto a medir en grosor después de la exposición al horno. El cambio de grosor e integridad de la estructura expandida se han observado después del ensayo.

CLO

25 El presente ensayo se usa para medir la tasa de calor que puede fluir a través de un producto desde la cual su resistencia a dicho flujo puede calcularse. El espécimen del ensayo se ha insertado entre dos placas. La placa inferior se ha mantenido a una temperatura constante de 35°C que pretende representar la temperatura de la piel. La placa superior tenía un sensor de flujo de calor incorporado en el centro de la placa que ha medido la pérdida de calor que se ha informado como un coeficiente de transferencia de calor h_c , (W/m²/K) y recíproco se ha informado como su aislamiento térmico, R_{ct} (m²K/W). CLO se ha calculado mediante la siguiente ecuación:

$$\mathbf{CLO = 0,155 \times R_{ct}}$$

30 Método de Ensayo TPP

Múltiples especímenes de ensayo (6 x 6 pulg.) de los materiales se han preparado para el ensayo. La resistencia térmica se ha medido mediante el uso del Probador de Rendimiento de la Protección Térmica (TPP) CSI según *NFPA 1971 Standard on Protective Ensemble for Structural Fire Fighting*; Sección 6-10 de la edición 2000. Materiales individuales se han ensayado con un espaciador de ¼". Asimismo, conjuntos o ensamblajes con múltiples materiales acumulados se han ensayado en la configuración de contacto según se especifica por el método de ensayo.

EJEMPLOS

Barrera de Convección 1

40 Una barrera de convección se ha fabricado sustancialmente según la Patente de Estados Unidos de propiedad conjunta No. 5,418,054A.

Resina de Polímero (PR) 1:

Una resina de poliuretano retardante de la llama se ha preparado mediante, primero, la formación de una resina según la Patente de Estados Unidos No. 4,532,316, y la adición en el reactor de un aditivo basado en fósforo (*Antiblaze PR82*) en una cantidad de alrededor de 20% en peso de la resina de polímero total.

45 Mezcla de resina de polímero-grafito expandible 1:

Una mezcla de resina de polímero que tiene un grafito retardante de la llama y expandible se ha preparado de la siguiente manera. Una mezcla de grafito expandible y resina de polímero se ha preparado mediante la mezcla de alrededor de 20 g de grafito expandible (Grado 3626 de Asbury Graphite Mills, Inc) con alrededor de 80 g de PR 1. La mezcla de escamas de grafito expandible en la resina se ha llevado a cabo a alrededor de 100°C, mediante el

uso de un mezclador manual de cizalladura baja durante al menos 1 minuto para asegurar la dispersión uniforme que forma la mezcla de resina de polímero-grafito expandible 1.

Mezcla de resina de polímero-grafito expandible 2

5 Una mezcla que comprende una resina de polímero y grafito expandible se ha preparado. Una resina de polímero se ha preparado según la Patente de Estados Unidos de propiedad común No. 4,532,316. Alrededor de 20 g de grafito expandible (Grado 3626 de Asbury Graphite Mills, Inc) se han añadido a 80 g de resina para formar la mezcla de resina de polímero-grafito expandible 2. La mezcla se ha logrado sustancialmente según la etapa de mezcla descrita en la Mezcla de resina de polímero-grafito expandible 1.

Ejemplo 1:

10 Una tela que comprende aislamiento activo se ha preparado de la siguiente manera. Defender™, una tela tejida basada en Nomex® que pesa 7,5 oz/yd² comercializada por Southern Mills, Inc se ha recubierto con puntos discretos de la mezcla de resina de polímero-grafito expandible 2 por un rodillo para huecograbado (a alrededor de 100°C con una presión de alrededor de 40 psi) de manera tal para proveer cobertura de aproximadamente 32 por ciento sobre la superficie de la tela, con una plantilla ranurada de alrededor de 35 gramos por metro cuadrado (gmc).
15 El rodillo para huecograbado tenía un patrón de puntos redondeados con una profundidad de celda de 1.200 µm, abertura de celda de 2.500 µm, y un espaciado de 2.500 µm. Se ha permitido que la tela recubierta se cure a 50% RH y 23°C durante 48 horas.

20 Las muestras de la tela recubierta con la mezcla de resina de polímero-grafito expandible 2 se han ensayado para el cambio de grosor según el método descrito en la presente memoria. Después de la exposición al horno, la mezcla de resina de polímero-grafito expandible ha aumentado en grosor en 1.500 µm y no ha descascarado el sustrato.

25 Las muestras de la tela recubierta con la mezcla de resina de polímero-grafito expandible 2 también se han ensayado para TPP según el método descrito en la presente memoria para materiales individuales en donde el lado recubierto miraba lejos de la fuente de calor TPP, y se han comparado con el control de la misma tela sin un recubrimiento. Las muestras preparadas según el presente ejemplo tenían un TPP promedio de alrededor de 21,1 cal/cm². El control tenía un TPP de alrededor de 16,2 cal/cm².

30 Las muestras de la tela recubierta con la mezcla de resina de polímero-grafito expandible 2 se han ensayado como un conjunto en una acumulación multicapa según el método descrito en la presente memoria. Una muestra del Ejemplo 1 se ha provisto como el revestimiento exterior que tiene el lado recubierto que mira lejos de la fuente de calor TPP. Crosstech™ 2C (de W.L. Gore & Associates, Inc.) se ha usado como la barrera de humedad y la tela Q-9™ (de Southern Mills, Inc.) se ha usado como barrera térmica. El conjunto tenía un TPP promedio de alrededor de 59,3 cal/cm². Un conjunto de control de la misma construcción excepto en donde la tela Defender Nomex sin la mezcla de resina de polímero-grafito expandible 2 se ha usado como el revestimiento exterior. El conjunto de control tenía un TPP promedio de 43,8 cal/cm².

Ejemplo 2:

35 Un laminado que comprende una tela de cara Nomex, una barrera de convección y que tiene aislamiento activo entre aquellas se ha preparado de la siguiente manera.

40 Un laminado se ha fabricado mediante el uso de una tela con cara de tejido plana de 3,3 oz/yd² Nomex IIIA, y la Barrera de Convección 1. El laminado se ha construido mediante la impresión de puntos discretos de la mezcla de resina de polímero-grafito expandible 1 en la Barrera de Convección 1 en una manera según el Ejemplo de Tela 1. La barrera de convección se ha entonces adherido al tejido de 3,3 oz/yd² Nomex IIIA mediante el uso de un punto de retención a una presión de alrededor de 30 psi. El laminado resultante ha sido un laminado de dos capas que comprende la barrera de convección y la capa de tela con cara resistente a las llamas tejida Nomex IIIA, y aislamiento activo entre aquellas. El laminado se ha llevado entonces a un barril de acero bajo tensión y se ha permitido que se cure durante alrededor de 48 horas a más de alrededor de 50% de humedad relativa.

45 Las muestras del material se han evaluado para la inflamabilidad, CLO y MVTR según los métodos descritos en la presente memoria. Las muestras ensayadas según el ensayo de llama vertical tienen menos de 2 segundos después de la llama. El TPP de las muestras se ha evaluado mediante la orientación del material de modo que el lado de tela de cara Nomex se ha expuesto a la fuente de calor. Los resultados se muestran en la Tabla 1 para el ensayo de muestra individual.

50 Las muestras del laminado según el Ejemplo 2 también se han ensayado como un conjunto según se ilustra en la Figura 10 (100) en una acumulación multicapa según el método descrito en la presente memoria. Una muestra del laminado del Ejemplo 2 se ha provisto como la capa de barrera de humedad (102) que tiene el lado de tela de cara Nomex que mira hacia Defender™(de Southern Mills, Inc) dado que la capa de revestimiento (103) y la tela Aralite™

ES 2 708 311 T3

(de Southern Mills, Inc.) se han usado como el forro térmico (101) que mira al sensor TPP (104). El conjunto tenía un TPP promedio de alrededor de 46,4 cal/cm².

Ejemplo 3:

5 Se ha preparado un laminado que comprende una tela con cara Nomex, una barrera de convección y aislamiento activo entre ellas, y que además comprende una tela de soporte de aramida.

10 El laminado de dos capas del Ejemplo 2 se ha procesado además mediante la aplicación de PR1 en un patrón de puntos discretos a la cara de barrera de convección expuesta (en el lado opuesto a la tela con cara tejida Nomex IIIA). Una capa de tela tejida de soporte de aramida de 1,7 oz/yd² se ha adherido entonces al laminado de dos capas mediante alimentación del laminado de dos capas impreso adhesivo y el soporte de aramida a través de un punto de retención adicional. El laminado de tres capas preparado se ha llevado entonces a un barril de acero bajo tensión y se ha permitido que se cure durante alrededor de 48 horas a más de alrededor de 50% de humedad relativa.

15 Las muestras del material se han evaluado para CLO y MVTR según los métodos descritos en la presente memoria. El TPP de las muestras se ha evaluado mediante la orientación del material de modo que el lado de tela de cara Nomex se ha expuesto a la fuente de calor. Los resultados se muestran en la Tabla 1.

20 Las muestras del laminado realizado según el Ejemplo 3 también se han ensayado como un conjunto en una acumulación multicapa según el método descrito en la presente memoria. Una muestra del laminado del Ejemplo 3 se ha provisto como la capa de barrera de humedad que tiene el lado de tela de cara Nomex de 3,3 oz/dy² que mira hacia Defender™ (de Southern Mills, Inc) dado que la capa de revestimiento y la tela Aralite™ (de Southern Mills, Inc.) se han usado como el forro térmico que mira al sensor TPP. El conjunto tenía un TPP promedio de alrededor de 50,5 cal/cm².

Ejemplo 4:

Se ha preparado un laminado que comprende una tela con cara Nomex, una película de poliuretano y aislamiento activo entre ellas, y que además comprende una tela de soporte de aramida.

25 Un laminado de tres capas se ha construido sustancialmente según el laminado del Ejemplo 3, excepto que una película de poliuretano termoplástico monolítico transpirable vendida por Omni flex (Greenfield, MA) con número de parte 1540 se ha usado en lugar de la Barrera de Convección 1 para construir el laminado de dos capas.

30 Las muestras del material se han evaluado para TPP según los métodos descritos en la presente memoria. Las muestras se han ensayado para TPP mediante la orientación del material de modo que el lado de tela de cara Nomex se ha expuesto a la fuente de calor. Los resultados se muestran en la Tabla 1.

Ejemplo 5:

Se ha preparado un laminado que comprende Crosstech™ 2c, una barrera de convección y aislamiento activo entre aquellas.

35 Un laminado de tres capas se ha preparado mediante la impresión de puntos discretos de la mezcla de resina de polímero-grafito expandible 1 en la Barrera de Convección 1 y luego mediante la adhesión al lado de película de Crosstech™ 2c (comercializada por W.L.Gore & Associates, Inc.) mediante el uso de un punto de retención. Los puntos discretos se han impreso por un rodillo para huecograbado de manera tal para proveer una cobertura de superficie de aproximadamente 32 por ciento en la Barrera de Convección 1. El laminado resultante ha sido un laminado de tres capas con mezcla de resina de polímero-grafito expandible aplicada en un patrón discreto entre dos barreras de convección.

40 Las muestras del material se han evaluado para CLO y TPP según los métodos descritos en la presente memoria. Las muestras se han ensayado para TPP mediante la orientación del material de modo que el lado de tela Nomex se ha expuesto a la fuente de calor. Los resultados se muestran en la Tabla 1.

Ejemplo Comparativo 1:

45 Un compuesto se ha preparado mediante la laminación de una tela Nomex y una Barrera de Convección sin un aislamiento activo entre ellas. Un compuesto que comprende una barrera de convección de PTFE expandido y una tela Nomex de 3,3 onzas por yarda cuadrada, vendida como Crosstech™ 2c comercializada por W.L.Gore & Associates, Inc. (Elkton, MD) se ha preparado.

50 Las muestras del material se han evaluado para CLO y TPP según los métodos descritos en la presente memoria. Las muestras se han ensayado para TPP mediante la orientación del material de modo que el lado de tela de cara Nomex se ha expuesto a la fuente de calor. Los resultados se muestran en la Tabla 1.

ES 2 708 311 T3

5 Las muestras del laminado fabricado por el Ejemplo Comparativo 1 también se han ensayado como un conjunto en una acumulación multicapa según el método descrito en la presente memoria. Una muestra del Ejemplo Comparativo 1 se ha provisto como la capa de barrera de humedad que tiene el lado de tela de cara Nomex de 3,3 oz/dy2 que mira hacia Defender™(de Southern Mills, Inc) dado que la capa de revestimiento y la tela Aralite™ (de Southern Mills, Inc.) se han usado como el forro térmico que mira al sensor TPP. El conjunto tenía un TPP promedio de alrededor de 40,8 cal/cm2.

Ejemplo Comparativo 2:

Se ha preparado un laminado que comprende Crosstech™ 2c y un soporte de aramida, sin aislamiento activo.

10 Un laminado de tres capas se ha fabricado mediante la laminación de una muestra que comprende Crosstech 2c y tela de soporte de aramida de 1,7oz/yd2 comercializada por W.L.Gore & Associates, Inc.

Las muestras del material se han evaluado para CLO y TPP según los métodos descritos en la presente memoria. Las muestras se han probado para TPP mediante la orientación del material de modo que el lado de tela de cara Nomex se ha expuesto a la fuente de calor. Los resultados se muestran en la Tabla 1.

Ejemplo 6

15 Se ha preparado un laminado que comprende Crosstech 2c, una tela de soporte de aramida y aislamiento activo entre ellas.

20 Un laminado de tres capas se ha construido mediante la aplicación de una mezcla de resina de polímero-grafito expandible 1 en un patrón de puntos discretos al lado ePTFE expuesto del material Crosstech™ 2c y la adhesión de una capa de tela tejida de soporte de aramida de 1,7 oz/yd² al lado ePTFE mediante la alimentación del laminado de dos capas y el soporte de aramida a través de un punto de retención adicional. El laminado de tres capas preparado se ha llevado entonces a un barril de acero bajo tensión y se ha permitido que se cure durante alrededor de 48 horas a más de alrededor de 50% de humedad relativa.

25 Las muestras del material se han ensayado para CLO y Rendimiento de la Protección Térmica según los métodos descritos en la presente memoria. El material se ha orientado de modo que el lado de tela de cara Nomex del material Crosstech™ 2c se ha expuesto a la fuente de calor. Los resultados se proveen en la Tabla 1.

Tabla 1.

Ejemplo	CLO m ² K/W	TPP cal/cm ²	MVTR g/m ² /día
Ejemplo 2	0,12	17,8	>9.700
Ejemplo Comparativo 1	0,11	12,6	>13.500
Ejemplo 3	0,13	22,8	>5.000
Ejemplo Comparativo 2	0,12	17,5	>5.900
Ejemplo 4	n/a	17,2	n/a
Ejemplo 5	0,12	24,2	>2.400
Ejemplo 6	0,14	19,2	n/a

n/a - datos no disponibles

REIVINDICACIONES

1. Un material térmicamente protector (1) que comprende:
un sustrato térmicamente estable resistente a las llamas (10), y
un aislamiento activo (20) aplicado de forma discontinua que comprende una mezcla de resina de polímero-grafito expandible adyacente al sustrato térmicamente estable resistente a las llamas (10),
5 en donde el grosor del aislamiento activo (20) aumenta en al menos 200% después de 90 segundos en un horno de convección calentado hasta 300°C.
2. El material térmicamente protector (1) de la reivindicación 1, en donde la mezcla de resina de polímero-grafito expandible se dispone en el sustrato térmicamente estable resistente a las llamas (10).
- 10 3. El material térmicamente protector (1) de la reivindicación 1 o 2, que además comprende una barrera de convección (30) adyacente al aislamiento activo (20).
4. El material térmicamente protector (1) de la reivindicación 3, en donde la mezcla de resina de polímero-grafito expandible se aplica como un patrón impreso a la barrera de convección (30).
- 15 5. El material térmicamente protector (1) de cualquier reivindicación precedente, en donde el aislamiento activo (20) es un patrón impreso de puntos discretos de la mezcla de resina de polímero-grafito expandible.
6. El material térmicamente protector (1) de cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, que además comprende una tela de soporte térmicamente estable (50) unida a la barrera de convección (30).
7. El material térmicamente protector (1) de cualquier reivindicación precedente, en donde el material tiene una Tasa de Transmisión de Vapor de Humedad (MVTR), medida según un método de ensayo para MVTR según se describe en la presente memoria, mayor que 1.000 g/m²/día y un aumento de Rendimiento de la Protección Térmica (TPP), medido según un método de ensayo TPP según se describe en la presente memoria, de más de 1 cal/cm² en comparación con un material térmicamente protector sustancialmente similar construido sin el aislamiento activo.
- 20 8. El material térmicamente protector (1) de cualquier reivindicación precedente, en donde el material tiene un CLO, medido según un método de ensayo CLO según se describe en la presente memoria, de menos de 0,45 y un aumento de Rendimiento de la Protección Térmica (TPP), medido según un método de ensayo TPP según se describe en la presente memoria, de más de 1 cal/cm² en comparación con un material térmicamente protector sustancialmente similar construido sin el aislamiento activo.
- 25 9. Un material térmicamente protector (1) según cualquier reivindicación precedente, en donde la mezcla de resina de polímero-grafito expandible comprende 1% en peso a 30% en peso de un grafito expandible.
- 30 10. Un material térmicamente protector (1) según cualquier reivindicación precedente, en donde la mezcla de resina de polímero-grafito expandible comprende 2% en peso a 30% en peso de un grafito expandible y 30% en peso a 98% en peso de una resina de polímero con módulo entre 10³ y 10⁶ dinas/cm² y Tangente Delta de entre 0,1 y 10 a 200°C.
- 35 11. El material térmicamente protector (1) de cualquier reivindicación precedente, en donde el sustrato térmicamente estable resistente a las llamas (10) es una tela.
12. Una prenda de vestir, tienda de campaña, bota o guante que comprende el material térmicamente protector (1) de cualquier reivindicación precedente.
13. Un método para aumentar el rendimiento de la protección térmica (TPP) de una tela térmicamente estable resistente a las llamas (10) en al menos 2 cal/cm² que comprende las etapas de
40 proveer una tela térmicamente estable resistente a las llamas (10), y
formar un aislamiento activo (20) en la tela térmicamente estable resistente a las llamas (10), mediante la aplicación de una mezcla de resina de polímero-grafito expandible a una superficie de la tela térmicamente estable resistente a las llamas (10) en una cantidad de menos de 140g/m², para formar un material térmicamente protector (1),
45 en donde la mezcla de resina de polímero-grafito expandible se aplica en un patrón discontinuo a la tela térmicamente estable resistente a las llamas (10).

Figura 1

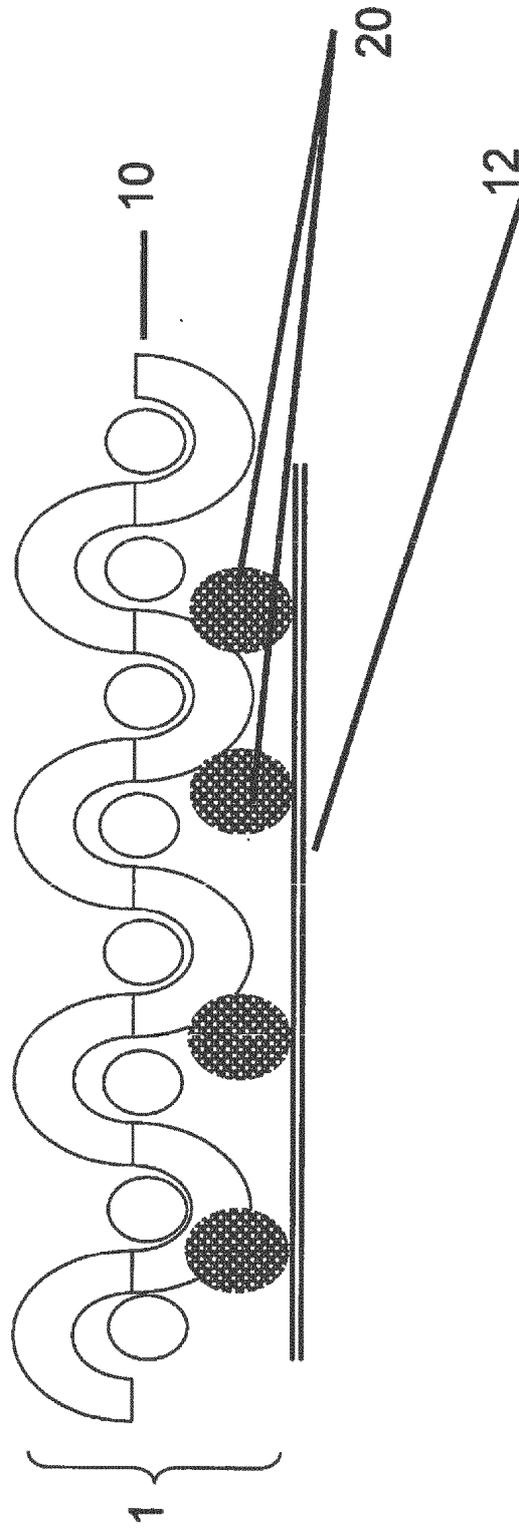


Figura 2

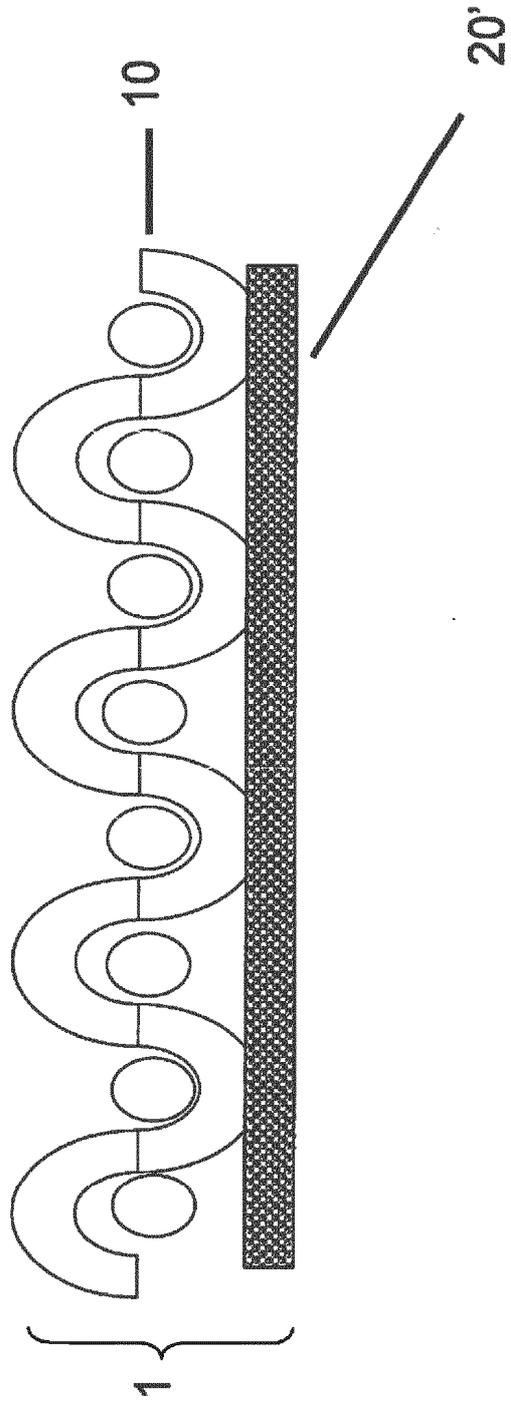


Figura 3

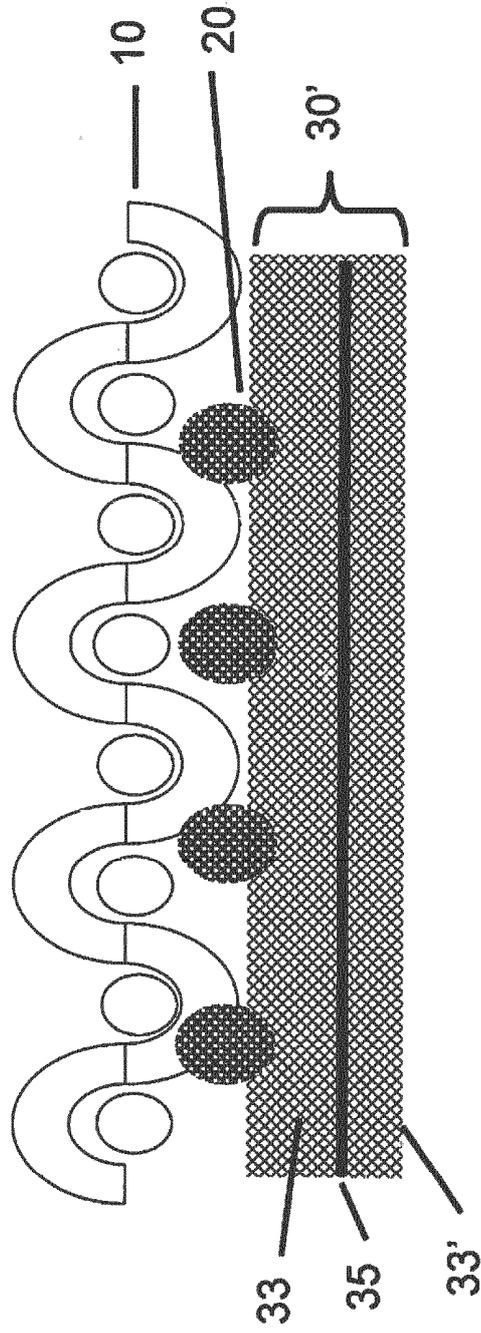


Figura 4

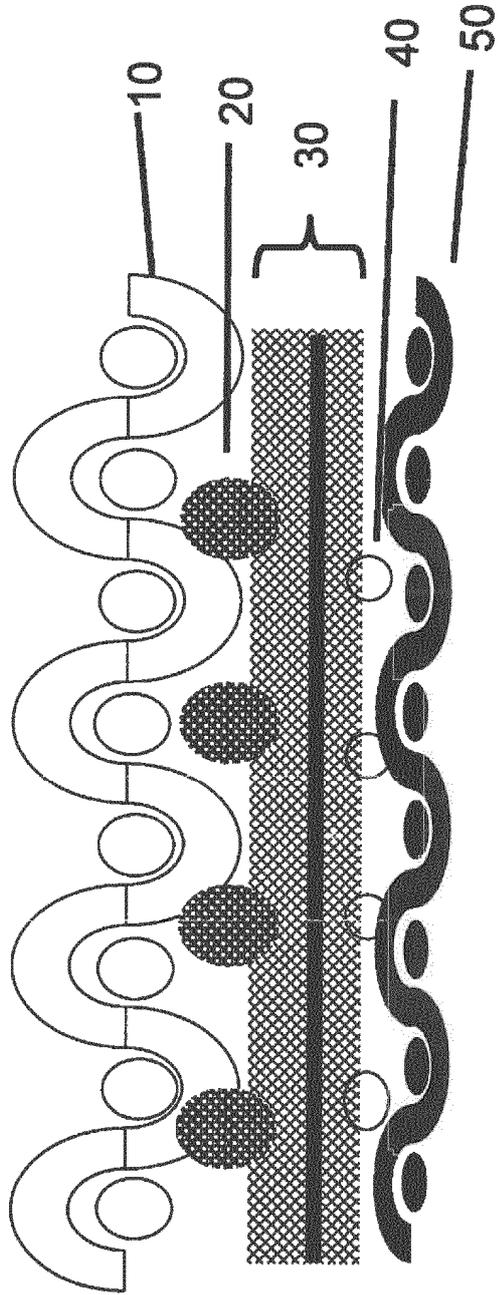


Figura 5

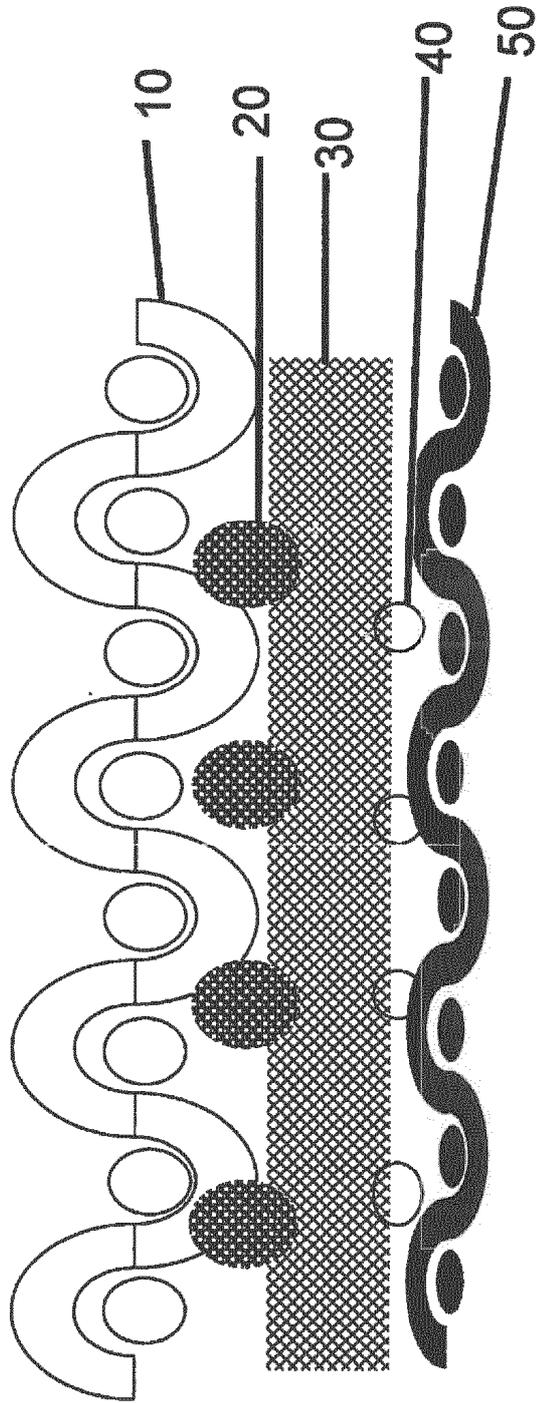


Figura 6

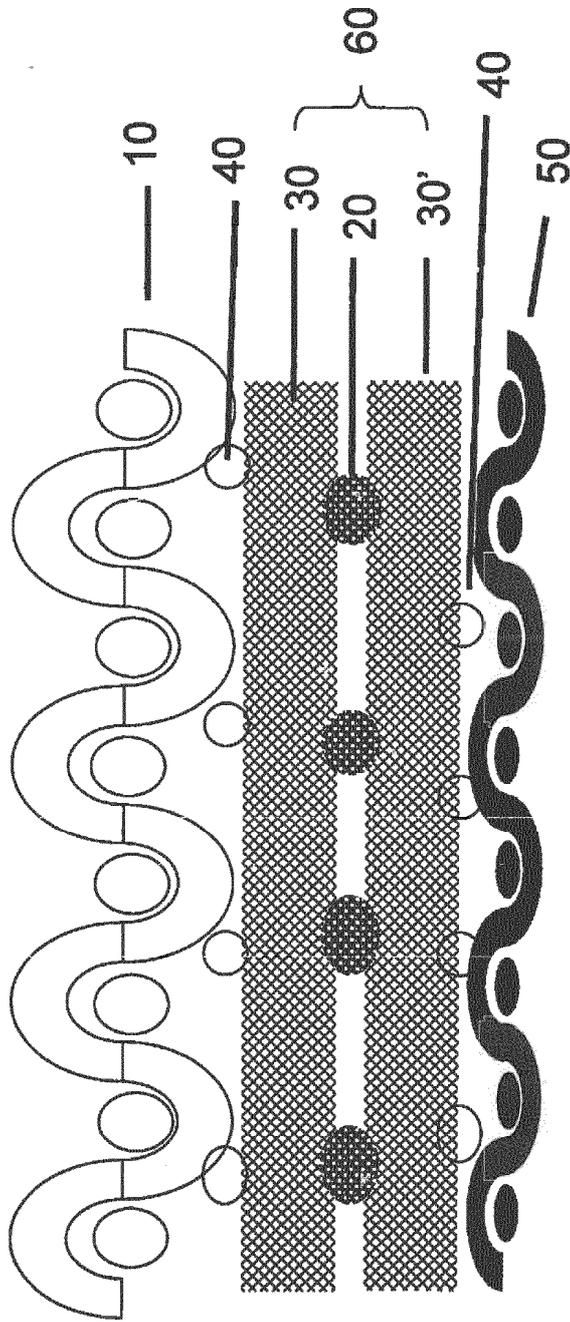


Figura 7

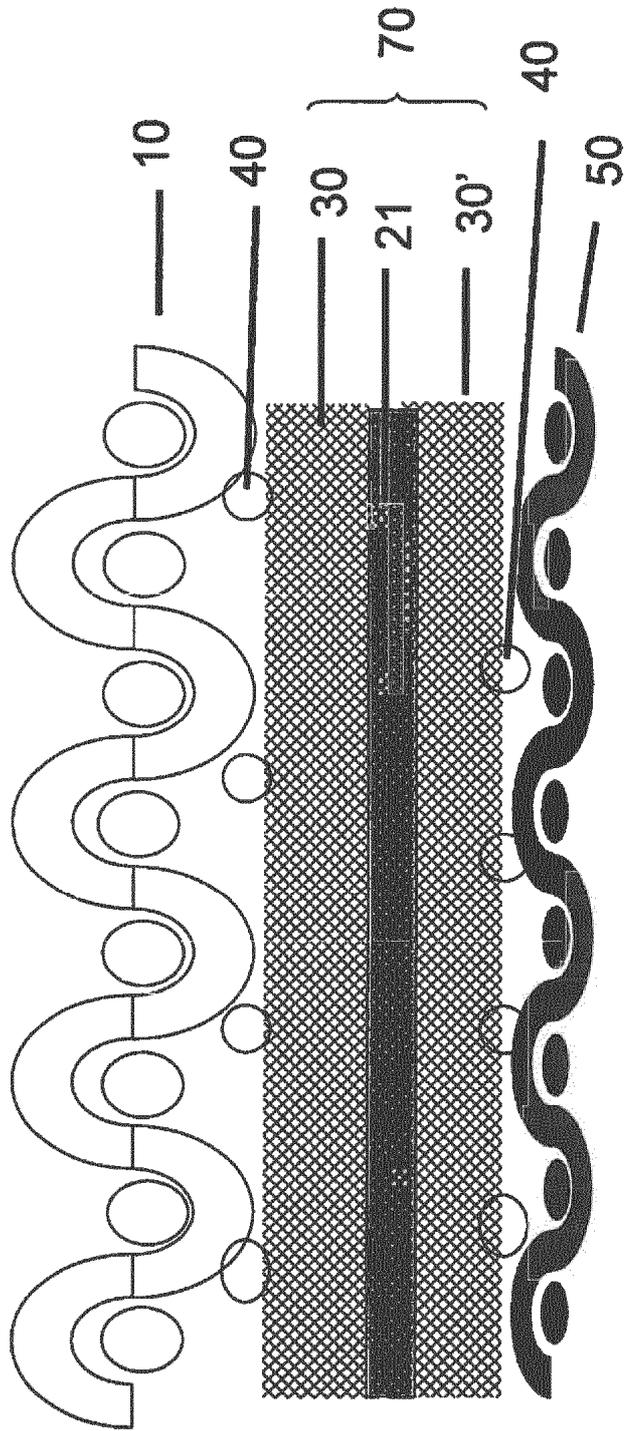


Figura 8

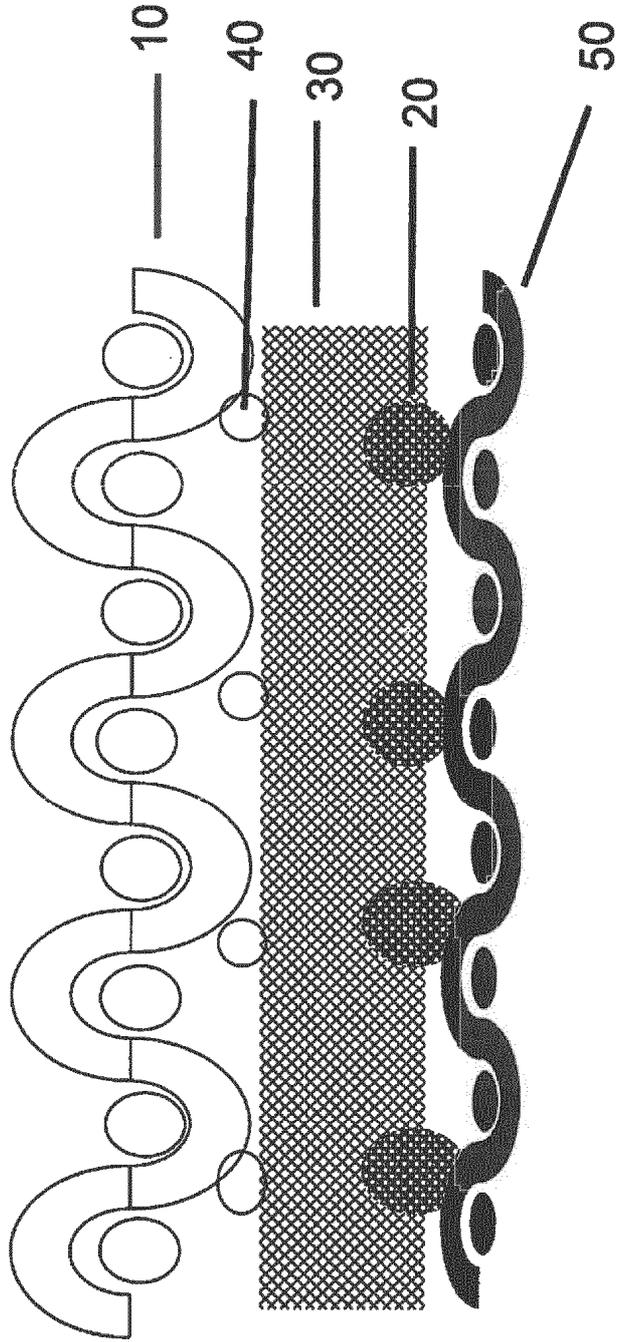


Figura 9

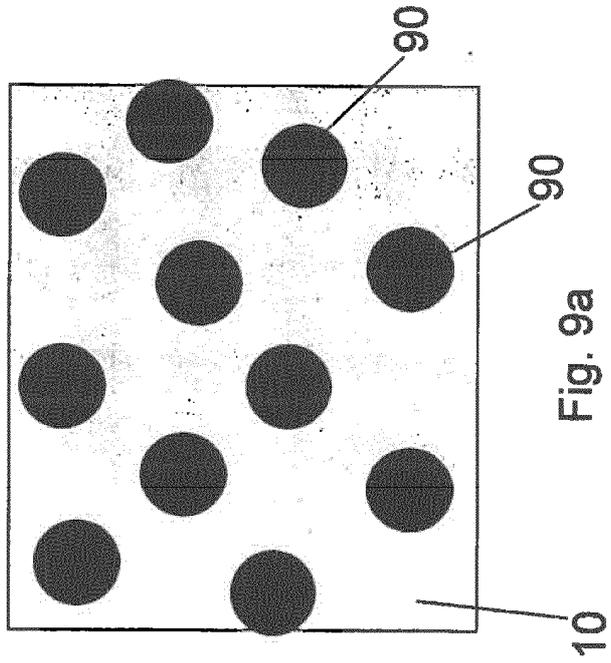


Fig. 9a

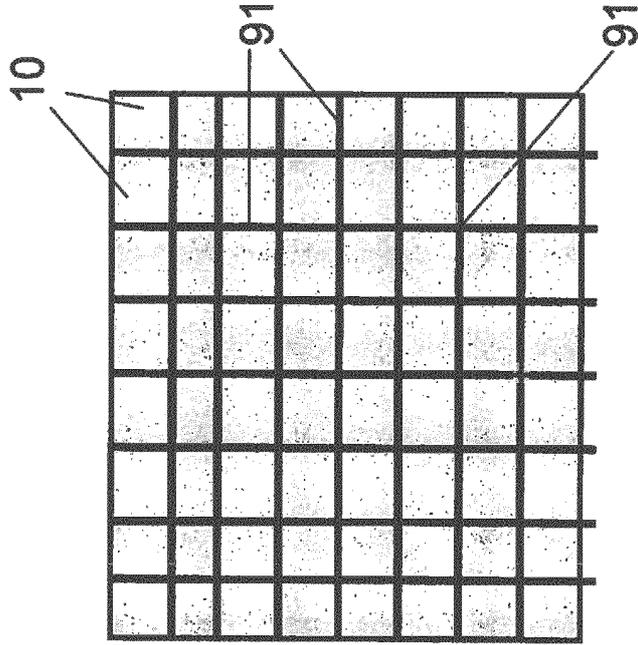


Fig. 9b

Figura 10

